

EP 0 175 120 A1

Electric power network protection circuit uses several measuring circuit elements to detect fault currents and actuate isolation switches

The circuit includes collector rails connected to conductors. There are several receiver-actuator devices connected to these lines and circuit elements, with further connections to a control circuit. Each receiver-actuator device incorporates a switch or circuit breaker in the conductor rail, and a protection circuit. A transformer coil associated with the rail is connected to a current relay forming part of the protection circuit. The circuit includes an error direction circuit and a voltage relay connected to a voltage measurement device. Data is fed into the receiver-actuator circuit from evaluation circuits; Electric power network and circuit element protection circuit.

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85109820.2

51 Int. Cl.⁴: H 02 H 7/26

22 Anmeldetag: 05.08.85

30 Priorität: 08.08.84 CH 3807/84

71 Anmelder: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Haselstrasse, CH-5401 Baden (CH)

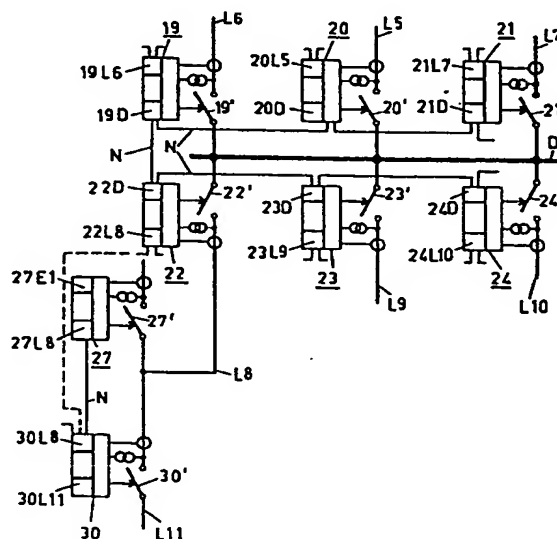
33 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.03.86
Patentblatt 86/13

72 Erfinder: Hager, Helmut, Dr., Rosenstrasse 572,
CH-5426 Lengnau (CH)
Erfinder: Kopalsky, Jürgen, Dr.,
Sommerhaldenstrasse 4a, CH-5200 Brugg (CH)
Erfinder: Zwahlen, Kurt, Grabenmattstrasse 32,
CH-5452 Oberrohrdorf (CH)

34 Benannte Vertragsstaaten: CH DE GB LI SE

54 Schutzeinrichtung für ein elektrisches Netz.

57 Bei einer Schutzeinrichtung für zu schützende Objekte (z.B. D) eines elektrischen Netzes ist jedem Objekt eine Schutzzone zugeordnet. Diese Schutzzeiten sind jeweils durch Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24') festgelegt, welche das zugeordnete Objekt (z.B. D) vom Netz trennen. Jeder dieser Schaltstellen ist eine Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 19, ..., 24) zugeordnet. Diese Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 19, ..., 24) bewirken Öffnungsbefehle an die ihnen zugeordneten Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24'), wenn festgestellt wird, daß innerhalb der zugeordneten Schutzzone ein Fehler aufgetreten ist. Bei einer solchen Schutzeinrichtung sollen die Öffnungsbefehle an die Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24') lokal in der Nähe jeder dieser Schaltstellen gebildet werden. Dies wird dadurch erreicht, daß die Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 22) zwei jeweils verschiedenen Schutzzeiten zugeordnete Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22L8) enthalten, und daß alle einer Schutzzone zugeordneten Auswerteeinheiten (z.B. 19D, ..., 24D) über Datennah (N)- und Datenfernverbindungen (F) miteinander kommunizieren.



EP 0 175 120 A1

0175120

82/84 II

2.8.85

Ka/eh

- 1 -

Schutzeinrichtung für ein elektrisches Netz

Bei der Erfindung wird ausgegangen, von einer Schutzeinrichtung für ein elektrisches Netz nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Mit diesem Oberbegriff nimmt die Erfindung auf einen Stand der Technik Bezug, wie er etwa in der DD-A- 112 562 beschrieben ist. Bei der bekannten Schutzeinrichtung für elektrische Netze sind die einzelnen zu schützenden Objekte im Fehlerfall über als Leistungsschalter ausgebildete Schaltstellen aus dem Netz trennbar. Die auf-
10 tretenden Fehler werden hierbei durch fehlerrichtungsorientierte Schutzgeräte erfasst. Tritt ein Fehler innerhalb einer dem zu schützenden Objekt zugeordneten Schutzzone auf, welche im wesentlichen durch die das zu schützende Objekt aus dem Netz trennenden Schaltstellen be-
15 stimmt ist, so werden von einer dieser Schutzzone zugeordneten zentralen Auswerteeinheit Ausschaltbefehle an diese Schaltstellen erteilt.

Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, eine Schutzeinrichtung der gattungsgemässen Art zu schaffen, bei der die Ausschaltbefehle an die Schaltstellen einer Schutzzone jeweils lokal
5 in der Nähe jeder dieser Schaltstellen gebildet werden.

Die erfindungsgemässe Schutzeinrichtung zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass jeder Schaltstelle eine Geber-Aktuator-Einheit zugeordnet ist, welche Geber-Aktuator-Einheiten untereinander auf hierarchisch gleicher
10 Ebene miteinander kommunizieren. Hierdurch wird eine dezentrale Arbeitsweise der erfindungsgemässen Schutzeinrichtung möglich, was eine hohe Verfügbarkeit und Redundanz zur Folge hat.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung
15 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Hierbei zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Uebersichtsschaltplan eines Energieverteilungsnetzes,

20 Fig. 2 einen Ausschnitt aus dem Uebersichtsschaltplan gemäss Fig. 1, auf dem zusätzlich eine erfindungsgemäss ausgeführte Schutzeinrichtung mit Geber-Aktuator-Einheiten dargestellt ist,

Fig. 3 eine detaillierte Darstellung einer in Fig. 2 angegebenen Geber-Aktuator-Einheit, und

25 Fig. 4 ein Kommunikationsnetz einer erfindungsgemäss ausgeführten Schutzeinrichtung mit Geber-Aktuator-Einheiten, Auswerteeinheiten und Daten-Nah- und Fernverbindungen.

Bei dem in Fig. I dargestellten Energieverteilungsnetz sind zwei Spannungsebenen dargestellt.

Die erste Spannungsebene enthält zu schützende Objekte, wie Sammelschienen A und B, Leitungen L_1 , L_2 , L_3 , sowie Generatoren G_1 und G_3 mit zugehörigen Blocktransformatoren. Diese Spannungsebene ist mit einem Nachbarnetz N_1 verbunden.

Die zweite Spannungsebene besteht aus Sammelschienen C_1 , C_2 , D, E_1 , E_2 und F, Leitungen und Kabeln L_4 , L_5 , L_6 , L_7 , L_8 , L_9 , L_{10} und L_{11} sowie einem Generator G_2 mit einem zugehörigen Blocktransformator (ohne Generatorschalter). Diese Spannungsebene ist mit einem Nachbarnetz N_2 verbunden.

Die Spannungsebenen sind durch Transformatoren T_1 , T_2 und T_3 verbunden. Der Transformator T_3 ist hierbei ein Dreiwicklungstransformator. An der Tertiärwicklung von T_3 ist ein Blindleistungskompensator S (rotierend oder statisch) angeschlossen. Ein weiterer Dreiwicklungstransformator T_4 ist mit zwei weiteren Netzen N_3 und N_4 verbunden.

Die Leitungen L_5 und L_6 bzw. L_8 und L_9 bilden jeweils eine Doppelleitung und zwei Systeme gleicher Nennspannung am selben Mast. Die Leitungen L_3 und L_{10} werden auf der ganzen Länge von L_{10} auf demselben Mast parallelgeführt und bilden eine Doppelleitung mit verschiedenen Nennspannungen.

Die Sammelschienen C_1 und C_2 sind als Doppelsammelschiene ausgebildet, bei der jeder Abzweig, wie etwa die Transformatoren T_1 und T_2 bzw. die Leitungen L_4 , L_5 und L_6 , über (in der Figur als Kreise dargestellte) Trennschalter wahlweise an jede der beiden Sammelschienen anschliessbar ist. C_1 und C_2 sind durch eine als Kuppelschalter ausgebildete Schaltstelle 16' verbunden. Die Sammelschienen E_1 und E_2 bilden ein 1 1/2-Schalter-System,

bei dem je eine Gruppe von zwei Abzweigen, wie etwa L_4 und T_4 , bzw. L_9 und G_2 bzw. L_8 und L_{11} , über je drei als Leistungsschalter ausgebildete Schaltstellen 25', 28', 31' bzw. 26', 29', 32' bzw. 27', 30', 33' zwischen
5 die Sammelschienen E_1 und E_2 geschaltet sind.

Dieses Energieverteilungsnetz ist in Schutzzonen aufgeteilt. Jede dieser Schutzzonen ist einem zu schützenden Objekt, z.B. dem Generator G_1 oder der Sammelschiene A, zugeordnet. Die Grenzen jeder Schutzzone sind in Fig. 1
10 durch dünn und gerade ausgeführte Linien markiert. Die Grenzen der Schutzzonen können nach den Erfordernissen der Selektivität durch geeignete Anordnung von Schaltstellen 1', 2', ..., 39', 40' auf Verbindungen zwischen den einzelnen Objekten des Energieverteilungsnetzes
15 bzw. an dessen Verbindungen zu anderen Netzteilen, wie etwa N_1 oder N_2 , frei gewählt werden. Die Grenzen der Schutzzonen können fest sein oder können wie etwa im Falle des Schutzes der Sammelschienen C_1 und C_2 durch das Anlagenbild (Trennernachbild) gemäss der aktuellen
20 Topologie bestimmt sein. So bestimmen beispielsweise im Falle der Sammelschienen C_1 und C_2 die Trennerstellungen die Grenzen der Schutzzone. Hierbei ist es zudem möglich, dass Sammelschienen zusätzlich durch Längstrenner oder Kupplungen weiter unterteilt werden.

25 Die Schutzzonen können auch hierarchisch ineinandergeschachtelt werden, um auch Zwischensystemfehler selektiv erfassen zu können. Zum Beispiel können den Doppelleitungen L_5/L_6 bzw. L_8/L_9 bzw. L_3/L_{10} übergeordnete Schutzzonen zugeordnet werden, welche jeweils zwei Schutzzonen
30 von L_5 und L_6 bzw. von L_8 und L_9 bzw. L_3 und L_{10} umfassen und phasenselektive Abschaltungen von Fehlern zwischen zwei am selben Mast befindlichen Leitungen ermöglichen.

An den Uebergängen von einer Schutzzone zu einer anderen ist genau eine Schaltstelle vorgesehen, z.B. an der gemeinsamen Grenze der Schutzzone der Leitung L_1 und der Sammelschiene A die Schaltstelle 4'. Hierdurch wird
5 die Schutzzone der Leitung L_1 benachbart zur Schutzzone der Sammelschiene A. Jede Schutzzone ist durch diejenigen Schaltstellen begrenzt, welche sich in den Verbindungen zwischen dem in der Schutzzone befindlichen Objekt und den benachbarten Schutzzone befinden. Bei-
10 spielsweise ist die der Sammelschiene D zugeordnete Schutzzone durch die Schaltstellen 19', 20', 21', 22', 23' und 24' begrenzt.

Jeder Schaltstelle 1', 2', ..., 40' ist eine in Fig. 1 nicht dargestellte Geber-Aktuator-Einheit zugeordnet,
15 welche primär die Aufgabe hat, aus Strom- und Spannungsmessungen an der Schaltstelle Fehlerrichtungssignale zu ermitteln und gegebenenfalls einen Auslösebefehl an die zugeordnete Schaltstelle zu geben. Die Geber-Aktuator-Einheiten der Schaltstellen 1', ..., 40' sind
20 im wesentlichen gleichartig aufgebaut.

In Fig. 2 sind stellvertretend für diese Geber-Aktuator-Einheiten die Geber-Aktuator-Einheiten 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27 und 30 dargestellt, welche den die Schutzzone der Sammelschiene D bzw. der Leitung L_8 festlegenden
25 Schaltstellen 19', 20', 21', 22', 23', 24', 27' und 30' zugeordnet sind. Die Schaltstelle 22' bildet die Grenze zwischen den erwähnten Schutzzone.

Jede der in Fig. 2 dargestellten Geber-Aktuator-Einheiten 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27 bzw. 30 enthält der Reihe
30 nach (durch Wandlersymbole dargestellte und nicht bezeichnete) Messwertgeber für Strom- und Spannungssignale unmittelbar vor der Schaltstelle 19', 20', 21', 22', 23', 24', 27' bzw. 30' sowie einen (durch ein Pfeilsymbol

dargestellten und ebenfalls nicht bezeichneten) Aktuator, welcher auf die zugeordnete Schaltstelle wirkt. Darüber hinaus enthält jede der Geber-Aktuator-Einheiten 19; 20; 21; 22; 23; 24; 27 und 30 der Reihe nach genau je
5 zwei Auswerteeinheiten 19L6, 19D; 20L5, 20D; 21L7, 21D; 22D, 22L8; 23D, 23L9; 24D, 24L10; 27L1, 27L8 und 30L8, 30L11. Diese Auswerteeinheiten sind über ausgezogen dargestellte Datennahverbindungen N und/oder über gestrichelt dargestellte Datenfernverbindungen F mit allen
10 Geber-Aktuator-Einheiten verbunden, welche den Schaltstellen einer Schutzzone zugeordnet sind. So sind beispielsweise die Auswerteeinheiten 21D, 20D, 19D, 22D, 23D, 24D der Geber-Aktuator-Einheiten 21, 20, 19, 22, 23, 24 der der Sammelschiene D zugeordneten Schaltstellen
15 21', 20', 19', 22', 23', 24' über Datennahverbindungen N miteinander verbunden, wohingegen die Auswerteeinheiten 22L8 und 30L8 der Geber-Aktuator-Einheiten 22 und 30 der der Leitung L_g zugeordneten Schaltstellen 22' und 30' über eine Datenfernverbindung F miteinander verbunden
20 sind und lediglich die Auswerteeinheiten 27L8 und 30L8 der Geber-Aktuator-Einheiten 27 und 30 der der Leitung L_g zugeordneten Schaltstellen 27' und 30' über eine Datennahverbindung N.

In Fig. 3 wird stellvertretend für alle gleichartig aufgebauten Geber-Aktuator-Einheiten die Geber-Aktuator-Einheit 22 näher erläutert. Diese Einheit enthält (aus Gründen der Uebersichtlichkeit gestrichelt dargestellt)
25 ein Schutzgerät DR mit Eingängen, welche phasenweise mit den Signalausgängen eines Strom- und eines Spannungswandlers CT und VT verbunden sind, die beiden Auswerteeinheiten 22D und 22L8, eine Stromüberwachungseinheit SU, eine zwischen die beiden Auswerteeinheiten 22D und 22L8 gelegte und (symbolisch als Schalter S' bezeichnete) aktivierbare Datenverbindung sowie Datenverbindungen
30 V_{DR} und V_{CB}.
35

Hierbei sind die Messstellen von Strom- und Spannungswandler CT und VT mit der Schaltstelle 22' in Serie in die Verbindung zwischen Sammelschiene D und Leitung L₈ geschaltet. Diese Messstellen können bezüglich der in
5 Fig. 3 eingezeichneten Stellung auch vertauscht sein.

Die Grenze der Schutzzone ist durch die Position des Stromwandlers CT festgelegt. Die Strecke Z zwischen der Schaltstelle 22' und der Messstelle des Stromwandlers CT wird als "tote Zone" bezeichnet.

10 Das Schutzgerät DR ist ein Fehlerrichtungsdetektor. Der Fehlerrichtungsdetektor DR hat die Aufgabe, einen Fehler unter Angabe der betroffenen Phase sowie der Richtung dieses Fehlers bezüglich des Beobachtungsortes,
d.h. bezüglich des Messortes (Strom- und Spannungswandler)
15 festzustellen. Hierzu ist die lokale Messung von Strom und Spannung für jede Phase vor und während des Fehlers notwendig. Die Auswertung erfolgt durch geeignete Verknüpfung dieser Messwerte. Beim hier verwendeten Fehler-
richtungsdetektor werden durch Differenzbildung Sprung-
20 signale von Strom und Spannung gebildet, aus denen sich mit Hilfe eines in den Fehlerrichtungsdetektor eingebauten Rechenwerkes die Richtung des Fehlerortes in der betreffenden Phase bezüglich des Messortes ermitteln lässt. Aufbau und Wirkungsweise solcher Fehlerrichtungsdetektoren
25 sind beispielsweise aus der CH-A5 64 24 91 sowie aus der EP-A1 0 084 191 bekannt. Es sind aber auch andere Auswertungsmethoden möglich, wie zum Beispiel spannungspolarisierte Ueberstromrelais, Relais mit einer Kombination von Ueberstrom- und Kurzschlussleistungsrichtung oder
30 Distanzrelais.

Um bei den Geber-Aktuator-Einheiten eine definierte Messorientierung zu haben, ist bei allen Geber-Aktuator-Einheiten die Reihenfolge mit der Schaltstelle, z.B. 22', Spannungswandler VT und Stromwandler CT in Serie

in die Verbindung zwischen zwei Objekte, z.B. D und L₈, geschaltet sind, als Messorientierung m (vgl. Fig. 3) definiert.

Die in jeder der Geber-Aktuator-Einheiten, z.B. 22,
5 vorgesehene Datennahverbindung V_{DR} bewirkt einen Daten-
transport vom Fehlerrichtungsdetektor DR zu den beiden
Auswerteeinheiten, z.B. 22D und 22L8, der betreffenden
Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 22, und die Datennahverbin-
10 dung V_{CB} den Datentransport von den beiden Auswerteein-
heiten, z.B. 22D und 22L8, zu einem nicht dargestellten
Betätigungsorgan der zugeordneten Schaltstelle, z.B. 22'.

Jede der Auswerteeinheiten, z.B. 22D, steht über V_{DR}
mit dem Schutzgerät DR sowie über die Datennah- N und/oder
Datenfernverbindung F mit den übrigen Geber-Aktuator-Ein-
15 heiten, z.B. 19, 20, 21, 23 und 24, einer Schutzzone,
z.B. der Sammelschiene D, in Wirkverbindung. Die Wirk-
verbindung zu den übrigen Geber-Aktuator-Einheiten,
z.B. 19, kann direkt über eine Datenverbindung, z.B. N,
erfolgen, so dass Einzelmeldungen von der betreffenden
20 Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 19, empfangen werden, sie
kann aber auch indirekt, z.B. über Datennah N- und/oder
Datenfernverbindung F und mindestens eine weitere Geber-
Aktuator-Einheit, z.B. 19, 20, erfolgen (vgl. Fig. 2).
Die Auswerteeinheit erhält dann von der benachbart angeord-
25 neten Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 19, Gruppenmeldungen,
welche Informationen über den Zustand von Geber-Aktuator-
Einheiten, z.B. 20, 21, enthalten, die lediglich über
die benachbart angeordnete Geber-Aktuator-Einheit, z.B.
19, mit dem Empfänger EM in Wirkverbindung stehen. Jede
30 der Auswerteeinheiten, z.B. 22D, steht über V_{CB} mit
derjenigen Schaltstelle, z.B. 22', in Wirkverbindung,
welche seiner Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 22, zugeordnet
ist, und über die Datennah- N und/oder Datenverbindungen
F direkt oder indirekt mit den übrigen Geber-Aktuator-
35 Einheiten, z.B. 19, 20, 21, 23 und 24, einer Schutzzone,
z.B. der Sammelschiene D.

Ueber die Datennahverbindungen V_{CB} und V_{DR} können folgende binäre Signale übertragen werden:

- Status Schaltstelle (offen/zu, einsatzbereit/nicht einsatzbereit (Diagnose)),
- 5 - Status Schutzgeräte DR (funktionsfähig/nicht funktionsfähig (Eigendiagnose)),
- Meldung, ob die Messstelle unter Spannung steht,
- Richtungsentscheid des als Fehlerrichtungsdetektors ausgebildeten Schutzgerätes DR: Fehler in Messorientierung, entgegen der Messorientierung, unentschieden,
- 10 - Öffnungsbefehl zur Schaltstelle,
- Vollzugsmeldung der Öffnung der Schaltstelle (ev. Ergänzung durch Schalterreserveschutz),
- von einer Stromüberwachungseinheit SU ausgesandte
- 15 Meldungen, ob der Strom an der Messstelle zu Null geworden ist (bei offener Schaltstelle und Strom ungleich Null an der Messstelle liegt ein einseitig eingespeister Fehler der "toten Zone" vor),
- Einschaltbefehle zur Schaltstelle (Wiedereinschaltung).
- 20 In Fig. 4 ist ein Kommunikationsnetz einer erfindungsgemässen Schutzeinrichtung dargestellt. Dieses Kommunikationsnetz weist weitgehend denselben topologischen Aufbau auf wie das zu schützende Energieverteilungsnetz gemäss Fig. 1. Die Geber-Aktuator-Einheiten sind mit den Bezugs-
- 25 ziffern 1, 2, ..., 39, 40 bezeichnet. Jeder Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 3, sind genau zwei Auswerteeinheiten, wie z.B. 3G1, 3A zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt über Daten-Nahverbindungen zwischen allen Auswerteeinheiten aller Geber-Aktuator-Einheiten, welche auf den Grenzen
- 30 der Schutzzone eines zu schützenden Objektes angeordnet sind. Ist das zu schützende Objekt beispielsweise die Sammelschiene A, so sind die zugeordneten Auswerteeinheiten 3A, 4A, 7A und 8A untereinander durch Daten-Nahverbindungen verbunden. Entsprechend Fig. 2 sind die

die betreffenden Datennahverbindungen auch in Fig. 4 als ausgezogene Linien dargestellt.

Bei der Sammelschiene A liegen die Geber-Aktuator-Einheiten 3, 4, 7 und 8 in einer Unterstation nahe beisammen.
5 Es ist jedoch auch denkbar, dass die Schutzzone bei einer Leitung, einem Kabel oder bei ausgedehnten Schaltanlagen geographisch weit erstreckt ist (Entfernung der Geber-Aktuator-Einheiten voneinander grösser als einige Hundert Meter). An jedem der Enden eines solchen
10 Schutzobjekts, welches eine Freileitung, ein Kabel oder eine ausgedehnte Schaltanlage sein kann, z.B. L_3 , L_8 , L_9 bzw. L_{10} , ist dann eine Auswerteeinheit, z.B. 10L3 und 36L3; 22L8, 27L8 und 30L8; 23L9, 26L9 und 29L9 bzw. 24L10 und 35L10 angeordnet. Die Auswerteeinheiten jedes
15 Objektes arbeiten über Datenfernverbindungen zusammen. Entsprechend Fig. 2 sind die betreffenden Datenfernverbindungen F auch in Fig. 4 gestrichelt dargestellt.

In Fällen, bei denen Fehler zwischen zwei Schutzobjekten auftreten können, z.B. zwischen den Leitungen L_5
20 und L_6 , L_8 und L_9 oder L_{10} und L_3 , müssen sich die zugeordneten Auswerteeinheiten aufeinander abstimmen. Dies ist durch zusätzliche, im allgemeinen als Nahverbindungen ausgebildete Datenverbindungen möglich. Solche Verbindungen sind z.B. zwischen 15L5 und 18L6, 20L5 und 19L6,
25 22L8 und 23L9, 27L8 und 26L9, 35L10 und 36L3 sowie 24L10 und 10L3 vorgesehen.

Die Datennahverbindungen N können wahlweise als Bussystem oder fest verlegte Leiter (Punkt-Punkt-Verbindung) ausgebildet sein. In Fig. 4 sind z.B. die Auswerteeinheiten
30 4A, 3A, 7A und 8A mit einem Bussystem, die Auswerteeinheiten 5B, 6B, 9B und 10B hingegen mit Punkt-Punkt-Verbindungen untereinander verbunden. Bei verminderten Ansprüchen an die Redundanz der Datenverbindungen können einzelne Verbindungen zwischen 5B, 6B, 9B und 10B auch fehlen,

so dass eine Baumstruktur übrigbleibt, bzw. erst bei Ausfall von Baumzweigen aktiviert werden.

Die Daten-Fernverbindungen F können z.B. Lichtleiter (Polytetrafluoräthylen), Kabeladern, Richtfunk oder
5 IFH-Verbindungen sein.

Es reicht aus, wenn mindestens eine ungesicherte (schnelle) Uebertragungsverbindung zur Verfügung steht, da dann im Fehlerfall ein vom Schutzgerät DR ermitteltes Richtungskriterium übertragen werden kann. Sollen jedoch
10 zusätzlich noch Reservefunktionen erfüllt werden, so ist zusätzlich noch eine gesicherte (langsame) Verbindung zur Uebertragung eines direkten oder indirekten Ausschaltbefehles vorzusehen.

Die Datennah- N und Datenfernverbindungen F übertragen
15 folgende Signale:

- 1) - Alle beteiligten Geber-Aktuator-Einheiten zeigen eine Fehlerrichtung ins Schutzobjekt an (Globalmeldung) oder mindestens eine beteiligte Geber-Aktuator-Einheit zeigt Fehlerrichtung aus dem Schutzobjekt
20 an bzw. ist unentschieden, gestört etc.
und/oder
- eine spezifizierte Gruppe innerhalb der beteiligten Geber-Aktuator-Einheiten zeigen eine Fehlerrichtung ins Schutzobjekt an (Gruppenmeldung) oder mindestens
25 eine beteiligte Geber-Aktuator-Einheit aus dieser spezifizierten Gruppe zeigt Fehlerrichtung aus dem Schutzobjekt an bzw. ist unentschieden, gestört etc. Die spezifizierte Gruppe kann für jede Datenverbindung innerhalb der Schutzzzone anders sein.
30 Die spezifizierte Gruppe kann auch nur eine Geber-Aktuator-Einheit umfassen (Einzelmeldung).

- 2) Die unter Punkt 1) beschriebenen Signale können auch in komplementärer oder anderen, aus den Regeln der Booleschen Algebra sich ergebenden Formen dargestellt werden.
- 3) Totzonen-Erkennungssignale
- 5 4) Schalterreserve-Signale
- 5) Alle von den Datenverbindungen V_{DR} und V_{CB} übertragenen Signale können auch von den Datennah- N und Datenfernverbindungen F entweder einzeln oder in geeigneter Weise vorverarbeiteter Form übertragen werden.

10

Die in der obigen Aufstellung angegebenen Signale sind ersichtlich binärer Natur.

Die Wirkungsweise der erfindungsmässigen Schutzeinrichtung ist nun wie folgt:

- 15 Jede Auswerteeinheit hat die Aufgabe, auftretende Fehler aufgrund der Information des Schutzgerätes DR der zugeordneten Geber-Aktuator-Einheit und der zufließenden Information der übrigen Geber-Aktuator-Einheiten einer Schutzzone als innerhalb oder ausserhalb der Schutzzone eines
- 20 der Objekte liegend zu identifizieren und gegebenenfalls die eigene Schaltstelle auszulösen.

- Hierbei sind in jeder Auswerteeinheit zweckmässigerweise Mittel vorgesehen, um bei Schalthandlungen innerhalb der Schutzzone die Auswerteeinheit zu blockieren, da
- 25 davon auszugehen ist, dass das Schutzgerät DR gegebenenfalls nicht unterscheiden kann, welche Signale von Fehlern und welche von Schalthandlungen herrühren.

- Die Auswerteeinheit, z.B. 22D, empfängt die vom zugeordneten Schutzgerät DR und den übrigen, einer Schutzzone, z.B. der Sammelschiene D, zugeordneten Auswerteeinheiten,
- 30

z.B. 19D, 20D, 21D, 23D, 24D, eintreffenden Signale und verknüpft diese Signale (normale Arbeitsweise der Geber-Aktuator-Einheit mit einem in Fig. 3 durch Richtungspfeile markierten Datenfluss). Sie gibt dann, wenn nach

5 Auswerten aller Richtungssignale der Schutzgeräte DR unter Berücksichtigung der Messorientierung m der Geber-Aktuator-Einheiten den Fehler als innerhalb der gemeinsamen Schutzzone liegend erkannt ist, lokal ein Signal ab, welches die eigene Schaltstelle z.B. 22', öffnet.

10 Entsprechendes gilt für die Auswerteeinheiten 19D, 20D, 21D, 23D und 24D bezüglich der Schaltstellen 19', 20', 21', 23' und 24'. Im Auslösefall wird von jeder Stromüberwachungseinheit SU überwacht, ob die Ströme der Stromwandler CT der zugeordneten Messstelle nach Ablauf der

15 Eigenzeit der von den betroffenen Geber-Aktuator-Einheiten, z.B. 22, 24, ausgelösten Schaltstellen, z.B. 22', 24', Null geworden sind. Dies ist mit Sicherheit dann der Fall, wenn bei Vernachlässigung einer "toten Zone" zwischen dem Stromwandler der Messstelle und der Schaltstelle

20 der Fehler innerhalb der betroffenen Schutzzone liegt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, befindet sich bei jeder der Geber-Aktuator-Einheiten, wie z.B. 22, zwischen dem Stromwandler CT der Messstelle und der Schaltstelle, z.B. 22', eine "tote Zone", durch welche im Fehlerfall

25 das Richtungsrelais DR dieser Geber-Aktuator-Einheit den durch einen gezackten Pfeil dargestellten Fehler, etwa einen Erd- oder Kurzschluss, als entgegengesetzt der Messorientierung m liegend erkennt. Die Geber-Aktuator-Einheit 22 sei nun beispielsweise so angeordnet, dass

30 deren zugeordnete Schaltstelle 22' mit der Sammelschiene D und deren zugeordnete Messstelle mit der Leitung L_g , verbunden ist (Richtungspfeil m der Geber-Aktuator-Einheit 22 in Figur 3. Tritt daher in der zwischen Schalt- und Messstelle dieser Einheit befindlichen Totzone ein Fehler

35 auf, so erkennen ihn die Auswerteeinheiten 19D, 20D, 21D, 22D, 23D, 24D als innerhalb der von den Schalt-

- stellen 19', 20', 21', 22', 23' und 24' begrenzten Schutzzone und die Auswerteeinheiten 22L8, 27L8 und 30L8 als ausserhalb der von den Schaltstellen 22', 27', 30' begrenzten Schutzzone liegend. Die Auswerteeinheiten 19D, 20D, 21D, 22D, 23D und 24D veranlassen das Öffnen der den Geber-Aktuator-Einheiten 19 bis 24 zugeordneten Schaltstellen 19' bis 24' und die Sammelschiene D wird freigeschaltet, obwohl das verbleibende Netz in der Leitung L_g nach wie vor fehlerbehaftet ist.
- 10 Die in der Geber-Aktuator-Einheit 22 vorgesehene Stromüberwachungseinheit SU erkennt jedoch, dass der Fehlerstrom in der Geber-Aktuator-Einheit 22 trotz geöffneter Schaltstelle 22' nicht verschwunden ist, und bildet sodann ein Totzonen-Erkennungssignal t_1 , welches über
- 15 eine Datenverbindung V_{R,t_1} , die Auswerteeinheit 22D und Datennahverbindungen N nach 23D, 19D usw. auf die übrigen Geber-Aktuator-Einheiten 19, 20, 21, 23 und 24 wirkt, in welchen der Fehlerstrom verschwunden ist. Hierdurch werden die genannten Geber-Aktuator-Einheiten
- 20 veranlasst, die ihnen zugeordneten Schaltstellen 19', 20', 21', 23' und 24' wieder zu schliessen. Die Stromüberwachungseinheit SU in 22 erkennt daher auch, dass der Fehler in der "toten Zone" der eigenen Geber-Aktuator-Einheit liegt und bildet ein weiteres Totzonen-Erkennungssignal t_2 , welches über eine Datenverbindung
- 25 V_{R,t_2} , die Auswerteeinheit 22L8 und Datenfern- F und Datennahverbindungen N die Auswerteeinheiten 27L8 und 30L8 veranlasst, die den Geber-Aktuator-Einheit 27 und 30 zugeordneten Schaltstellen 27' und 30' zu öffnen, wodurch die Freischaltung der mit der fehlerbehafteten
- 30 "toten Zone" verbundenen Leitung L_g erreicht wird.
- Es ist denkbar, dass bei offener Schaltstelle, z.B. 22', einer Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 22, ein Fehler in der "toten Zone" auftritt (vgl. Fig. 3). Der Vorfehlerzustand, bei dem ein solcher Fehler auftreten kann,
- 35

ist gekennzeichnet durch die drei Signale "Schaltstelle
offen", "Messstelle unter Spannung" und "Strom in der
Messstelle gleich Null". Diese drei Signale werden in
den beiden Auswerteeinheiten, z.B. 22D und 22L8, der
5 zugeordneten Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 22, ausgewertet.
In der Auswerteeinheit der in Richtung der Messorientie-
rung m der Geber-Aktuator-Einheit, z.B. 22, liegenden
Schutzzone, z.B. derjenigen der Leitung L_g , wird nun
das Richtungssignal von DR in entgegengesetztem Sinn
10 ausgewertet (Richtungsumkehr) und in der anderen Auswerte-
einheit, z.B. 22D, wird dieses Richtungssignal unterdrückt
(blockiert).

Ist also beim Auftreten eines Fehlers in der "toten
Zone" etwa der Geber-Aktuator-Einheit 22 die zugeordnete
15 Schaltstelle 22' bereits geöffnet, dann meldet der der
Geber-Aktuator-Einheit 22 zugeordnete Fehlerrichtungs-
detektor DR, dass in der der Sammelschiene D zugeordneten
Schutzzone ein Fehler aufgetreten ist, während die in
den Geber-Aktuator-Einheiten 19, 20, 21, 23 und 24 ent-
20 haltenen Fehlerrichtungsdetektoren überhaupt keine Fehler-
richtung angeben, da ja die zwischen der Sammelschiene
D und damit den Geber-Aktuator-Einheiten 19, 20, 21,
23 und 24 und dem Fehlerort befindliche Schaltstelle
22' geöffnet ist.

25 Durch die Blockierung des Richtungssignales vom Schutz-
gerät DR in der Auswerteeinheit 22D wird verhindert,
dass 19D bis 24D ansprechen können. Eine Inversion des-
selben Richtungssignales in der Auswerteeinheit 22L8
bewirkt, dass der Fehler als in der Schutzzone der Leitung
30 L_g liegend erkannt wird und die Auswerteeinheiten 27L8
und 30L8 an ihre Schaltstellen 27 und 30 Auslösesignale
geben, wodurch die Freischaltung der mit der fehlerbe-
hafteten "toten" Zone verbundenen Leitung L_g erreicht
wird.

Mit der erfindungsgemässen Schutzeinrichtung lässt sich auch ein Schalterreserveschutz realisieren. Bei Ausfall der einer Geber-Aktuator-Einheit zugeordneten Schaltstelle erkennt die Stromüberwachungseinheit SU dieser
5 Geber-Aktuator-Einheit, dass im Fehlerfall in der Geber-Aktuator-Einheit der Strom nicht zu Null wird, obwohl die Geber-Aktuator-Einheit den Befehl zum Öffnen der Schaltstelle gebildet hat.

Ist zum Beispiel die Schaltstelle 22' betroffen und
10 liegt zum Beispiel auf der Leitung L_B ein Fehler vor, so wird der Fehler von den Geber-Aktuator-Einheiten 22, 27 und 30 erfasst und in den zugeordneten Auswerteeinheiten 22L8, 27L8 und 30L8 ausgewertet. Die Auswerteeinheit 27L8 bzw. 30L8 gibt an 27 bzw. 30 die Auslösebefehle
15 ab, die Schaltstellen 27' und 30' zu öffnen. 22L8 gibt an 22 den Auslösebefehl, die Schaltstelle von 22' zu öffnen. Die Schaltstelle 22' öffnet jedoch nicht bzw. der Strom im Stromwandler CT von 22 ist nach der Schaltereigenzeit nicht zu Null geworden (unabhängig von der Rückmeldung
20 durch Hilfskontakte des Schalters der Schaltstelle).

Dieses Schalterversagen wird in 22 durch SU erkannt. SU gibt über die Datennahverbindungen $V_{R,t1}$ bzw. $V_{R,t2}$ ein Schalterreservesignal R an die Auswerteeinheiten 22D bzw. 22L8 ab. 22D gibt über die Datennahverbindung
25 N an 19, 20, 21, 23, 24 das Schalterreservesignal R weiter, welches zum Auslösen dieser Schalter führt.

Liegt bei defektem Schalter der Geber-Aktuator-Einheit 22 der Fehler auf der Sammelschiene D, so geben die Auswerteeinheiten 19D bis 24D Auslösebefehle an 19 bis 24. Wie
30 vorstehend beschrieben versagt 22 und meldet an 22D und 22L8 sein Versagen. 22L8 gibt entsprechend 22D ein Schalterreserve-Signal ab. 27L8 und 30L8 lösen nun die Schaltstellen 27' und 30' aus.

In einfacher Weise lässt sich die erfindungsmässige Schutz-
einrichtung derart ausbilden, dass auch der Ausfall
des Schutzgerätes DR und der Stromüberwachungseinheit SU
einer Geber-Aktuator-Einheit die Schutzfunktion nicht
beeinträchtigt. Hierzu ist in jeder der Geber-Aktuator-
Einheiten, z.B. 22, eine in Fig. 3 dargestellte Selbst-
überwachungseinheit SW vorgesehen, welche fortlaufend
die Funktionsfähigkeit von DR und SU feststellt und
an die beiden zugeordneten Auswerteeinheiten, z.B. 22D
und 22L8, meldet, wenn sie ausgefallen sind. Ist DR
und/oder SU funktionsunfähig, so wird eine zwischen
den beiden Auswerteeinheiten, z.B. 22D und 22L8, befind-
liche Datenverbindung aktiviert (Schaltersymbol S' in
Fig. 3), welche beide Auswerteeinheiten zusammenschaltet,
wodurch die Schutzzonen der beiden betroffenen Schutz-
objekte, z.B. D und L_g, eine gemeinsame Schutzzone bilden.
Durch diese Zusammenschaltung der Schutzzonen erübrigt
sich eine Verdoppelung der Schutzgeräte PU.

Die Funktionstüchtigkeit der Auswerteeinheiten, z.B.
22D, 22L8, innerhalb einer Geber-Aktuator-Einheit kann
durch redundante Anordnung sichergestellt werden (Ver-
doppelung oder 2 aus 3 Anordnung).

Um die erfindungsgemässe Schutz-
einrichtung auch bei Ausfall der Datennah- N und/oder Datenfernverbindung F
voll funktionsfähig zu erhalten, ist es zweckmässig,
diese Verbindungen in einem redundanten Netz anzuordnen.
Ein solches redundantes Netz hätte dann die Eigenschaft,
dass bei Unterbrechung einer der Verbindungen das zu
übertragende Signal über eine redundante Reserveverbin-
dung an seinen Bestimmungsort gelangt. Wäre z.B. im
Kommunikationsnetz gemäss Fig. 4 die Datenfernverbindung
von 17L4 nach 25L4 und 28L4 unterbrochen, so könnte
der Informationsfluss über eine Reserveleitung, welche
von 17L4 über die Fernverbindungen zwischen 15L5 und
20L5 sowie 23L9 und 29L9 nach 25L4 und 28L4 führt, aufrecht
erhalten werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Schutzeinrichtung für zu schützende Objekte (z.B. D) eines elektrischen Netzes, bei der mindestens zwei (z.B. D, L_g) der Objekte jeweils einer Schutzzone zugeordnet sind, welche jeweils durch die diese Objekte (z.B. D) aus dem Netz trennende Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24') bestimmt sind, und jeder dieser Schaltstellen (z.B. 22') eine zumindest den durch diese Schaltstelle (z.B. 22') fliessenden Strom erfassende und den Status dieser Schaltstelle (z.B. 22') bestimmende Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) zugeordnet ist, und bei der die Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 19, ..., 24) einen Deffnungsbefehl an die eine dieser Schutzzeiten bestimmenden Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24') erteilen, wenn nach logischer Verknüpfung der an diesen Schaltstellen (z.B. 19', ..., 24') ermittelten Richtungssignalen festgestellt wird, dass innerhalb dieser Schutzzone ein Fehler auftritt, dadurch gekennzeichnet, dass die Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 22) zwei jeweils verschiedenen Schutzzeiten zugeordnete Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22L₈) enthalten, und dass die einer Schutzzone zugeordneten Auswerteeinheiten (z.B. 19D, ..., 24D) über Datennah (N)- und/oder Datenfernverbindungen (F) miteinander kommunizieren.
2. Schutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei (z.B. 22D, 20D) einer Schutzzone zugeordnete Auswerteeinheiten (z.B. 19D, ..., 24D) über eine dritte Auswerteeinheit (z.B. 19D) miteinander kommunizieren, wobei die dritte Auswerteeinheit (z.B. 19D) eine ihren eigenen Status sowie den Status einer ersten (z.B. 20D) der beiden Auswerteeinheiten erfass-

sende Sammelmeldung an eine zweite (z.B. 22D) der beiden Auswerteeinheiten sendet.

3. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei in einer Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) enthaltenen Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22L8) zwei Datenverbindungen (V_{DR} , V_{CB}) enthalten, von denen eine erste (V_{DR}) zumindest den Status eines Schutzgerätes (DR) innerhalb der Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) sowie dessen Richtungssignal überträgt, und eine zweite (V_{CB}) Signale überträgt, welche zumindest den Status der Schaltstelle (z.B. 22') betreffen sowie Befehle zum Öffnen und Schliessen dieser Schaltstelle (z.B. 22').
4. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in den Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 22) jeweils eine Stromüberwachungseinheit (SU) vorgesehen ist, welche erkennt, dass der Strom nach Freischaltung eines der Objekte (z.B. D) in dieser die Schutzzone des freigeschalteten Objektes (z.B. D) mitbestimmenden Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) ungleich Null ist, und welche sodann ein Totzonen-erkennungssignal (t_1 , t_2) bildet, welches das Zuschalten des freigeschalteten Objektes (z.B. D) und das Freischalten eines mit dem zugeschalteten Objekt (z.B. D) über eine Schaltstelle (22') verbindbaren weiteren (z.B. L_8) der Objekte bewirkt.
5. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Geber-Aktuator-Einheiten (z.B. 22) jeweils eine Selbstüberwachungseinheit (SW) enthält, welche jeweils den Ausfall von Komponenten der Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) wie des Schutzgerätes (DR) und der Stromüberwachungseinheit (SU) sowie den Ausfall der Funktionsfähigkeit der zugeordneten Schaltstelle (z.B. 22') den in dieser

5 Geber-Aktuator-Einheit (z.B. 22) enthaltenen beiden
Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22LB) meldet, und dass
auf Grund dieser Meldung eine zwischen den beiden
Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22LB) angeordnete Daten-
verbindung (Schaltersymbol S') aktiviert wird, welche
beide Auswerteeinheiten (z.B. 22D, 22LB) zu einer
Auswerteeinheit zusammenschaltet, wobei dieser Aus-
werteeinheit mit den verbleibenden Geber-Aktuator-Ein-
heiten (z.B. 19, 20, 21, 23, 24, 27, 30) derjenigen
10 beiden Schutzzonen zusammenwirkt, die den Auswerte-
einheiten (z.B. 22D, 22LB) der ausgefallenen Geber-
Aktuator-Einheit (z.B. 22) zugeordnet sind.

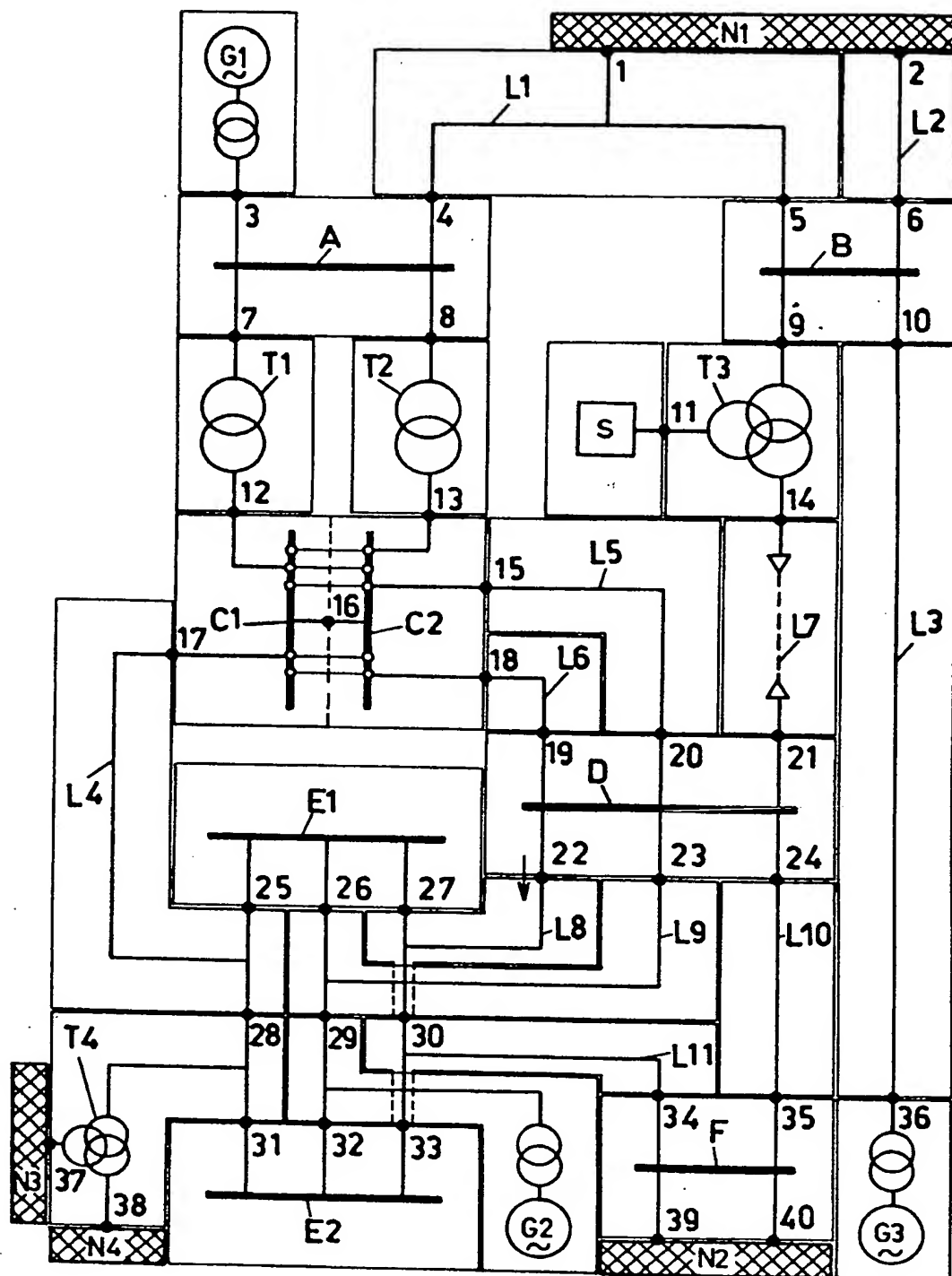


FIG.1

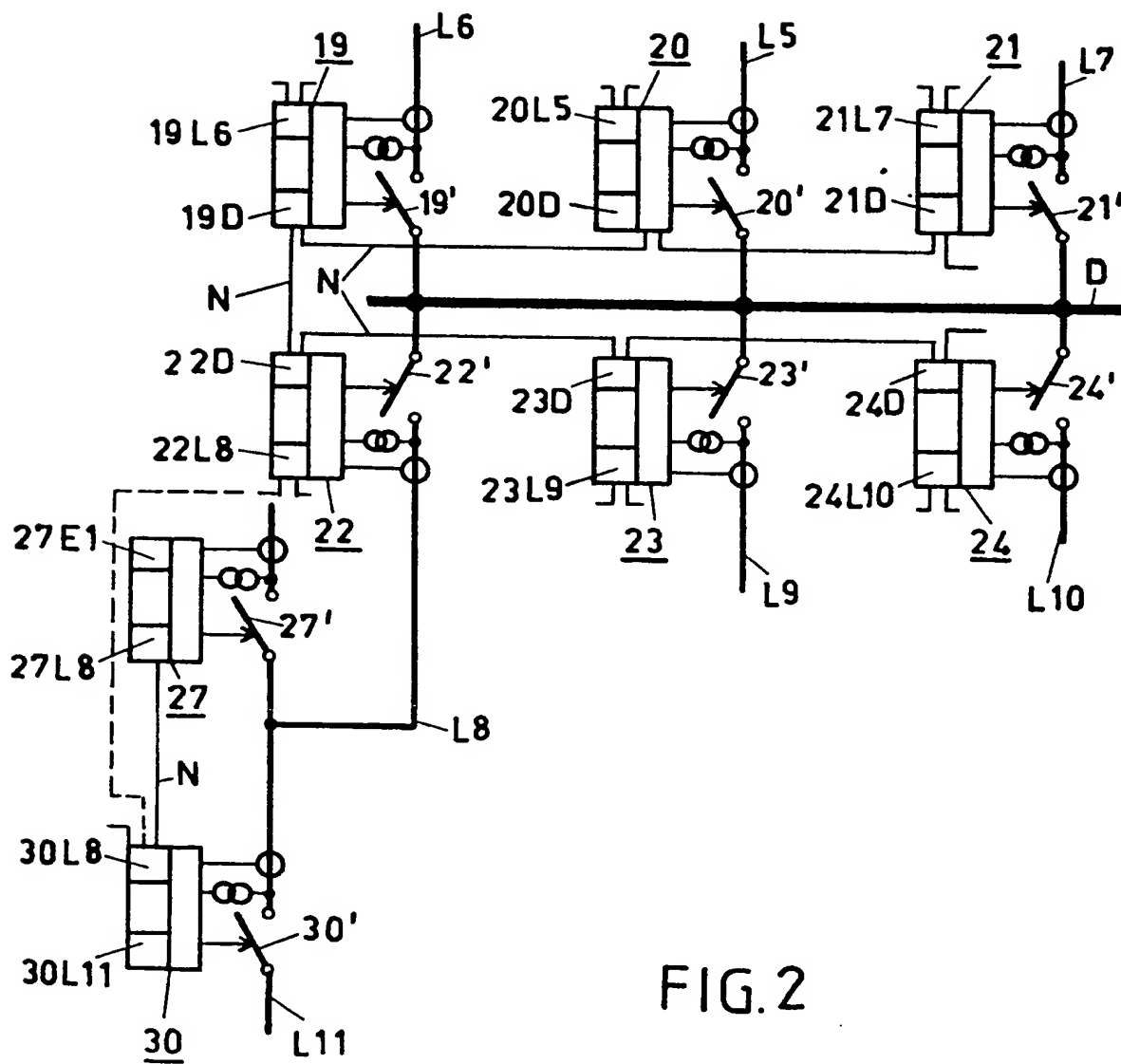


FIG. 2

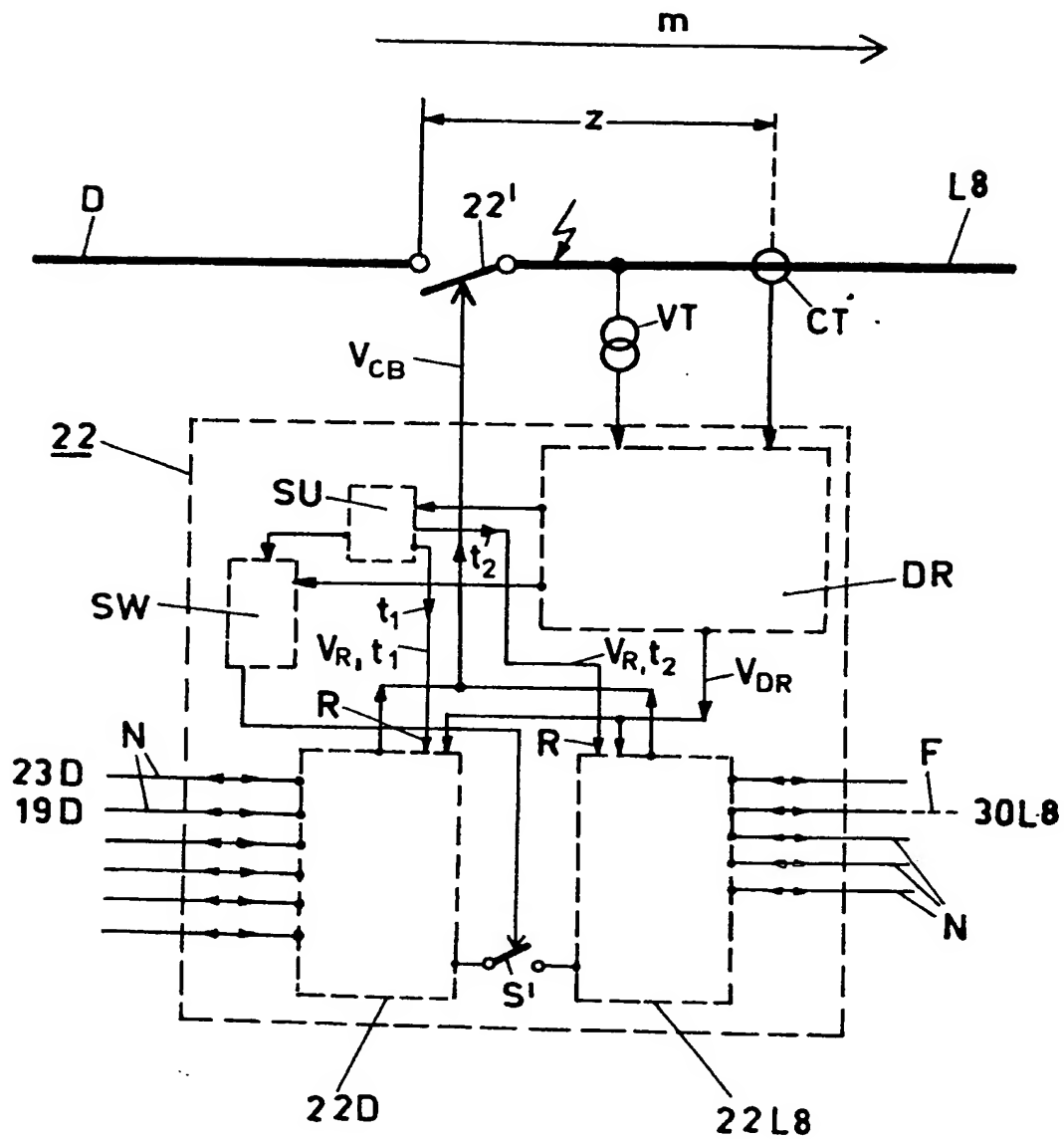
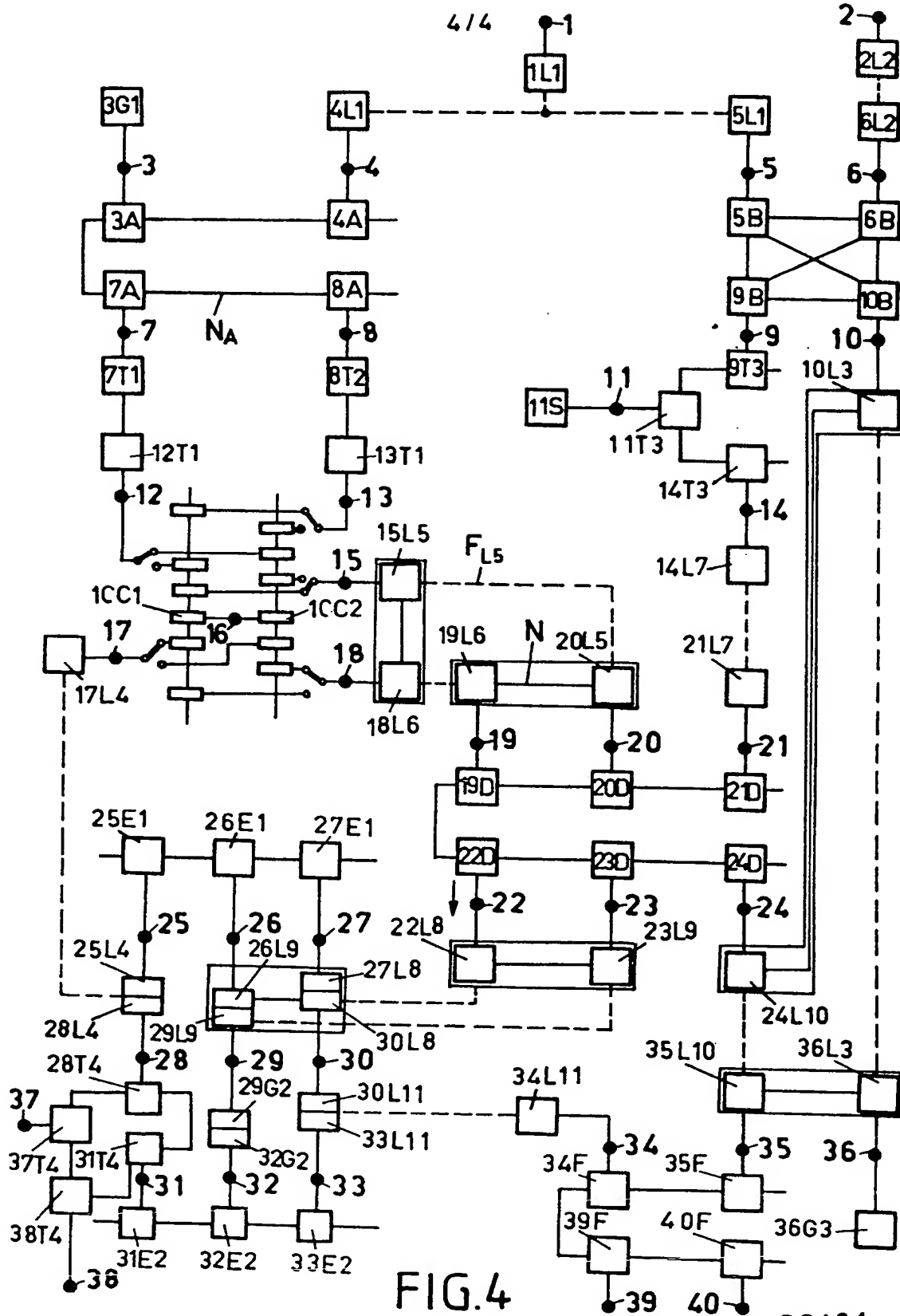


FIG.3

0175120





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0175120
Nummer der Anmeldung

EP 85 10 9820

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	ETZ-ARCHIV, Band 4, Nr. 1, 1982, Seiten 9-14; J. SCHLABBACH et al.: "Microrechner als Distanzschutzrelais für Netze mit Erdschlusskompensation" * Seiten 9-14; Figur 1 *	1	H 02 H 7/26
A	* Seite 9, rechte Spalte, Zeilen 15-22 *	5	
Y	--- BBC BROWN BOVERI REVIEW, Band 68, Nr. 8/9, August/September 1981, Seiten 338-347, Baden, CH; G. BÖHME et al.: "Plant protection with relays from the Modures Systems" * Seite 340, Figur *	1	
D,Y	--- DD-A- 112 562 (L. FINKELMEYER et al.) * Ansprüche 1, 3, 5, Figuren 1, 2 *	1	H 02 H 3/38 H 02 H 7/26
D,A	--- EP-A-0 084 191 (BBC) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 8, Figuren 3, 4 *		
	--- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenbericht BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 01-11-1985	Prüfer LEMMERICH J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0175120
Nummer der Anmeldung

EP 85 10 9820

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	FR-A-2 435 143 (BBC) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 24 * & CH - A - 642 491 (Kat. D,A) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 01-11-1985	
		Prüfer LEMMERICH J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			